PERANCANGAN FIBER TO THE HOME (FTTH) UNTUK WILAYAH PERUMAHAN SUKASARI BALEENDAH

DESIGN OF FIBER TO THE HOME (FTTH) FOR THE REGION SUKASARI INDAH BALEENDAH RESIDENCE

Febry Ramadhan Somantri[1], Hafidudin, S.T.,M.T.[2], Hasanah Putri, S.T., M.T.[3]

[1,2,3]Prodi D3 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom

[1]**febryyrs@gmail.com**, [2]**hafidudin@telkomuniveristy.ac.id**, [3]**hasanahputri@tass.telkomuniversity.ac.id**

Abstrak

Semakin banyaknya kebutuhan masyarakat akan jaringan internet, akses multimedia, dan komunikasi telepon kabel maka dibutuhkan suatu revolusi teknologi telekomunikasi. Sebuah teknologi yang menjadi solusi dan dapat memenuhi semua kebutuhan dalam dunia telekomunikasi adalah teknologi *Fiber to the Home (*FTTH). Teknologi FTTH yang menggunakan fiber optik sebagai media transmisinya yang mampu mentransmisikan data dengan lebar *bandwidth* yang besar . PT.Telkom sebagai pemberi layanan telekomunikasi merekomendasikan jaringan akses *Fiber To The Home* dengan menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) untuk memenuhi kebutuhan layanan. GPON adalah salah satu teknologi akses kecepatan tinggi yang memiliki keunggulan *multiple services*, dan ketersediaan *bandwidth* besar yang mendukung aplikasi *triple play* (voice, data, dan video).

Pada Proyek Akhir ini dilakukan perancangan jaringan akses *Fiber To The Home* (FTTH) dengan menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network* (GPON) di Perumahan Sukasari Indah Baleendah. Dalam melakukan perancangan dilakukan penentuan spesifikasi perangkat, tata letak, dan jumlah perangkat yang akan digunakan. Untuk menentukan kelayakan dari sistem tersebut akan dilakukan perhitungan terhadap parameter-parameter kelayakan dan performansi sistem. Parameter-parameter tersebut adalah *Power Link Budget* dan *Rise Time Budget* untuk kelayakan sistem. Parameter tersebut dihitung secara manual dan dibandingkan dengan hasil simulasi perancangan menggunakan *software Opti System* yang juga akan menampilkan parameter *Bit Error Rate* (BER) untuk performansi sistem.

Hasil perhitungan manual *power link budget* yaitu total redaman yang dihasilkan untuk *link downstream* di ONT terjauh adalah sebesar 22,5172 dB dan untuk *link upstream* adalah 7,7359 dB. Hasil perhitungan tersebut masih berada di atas standar yang ditentukan oleh ITU-T dan PT. Telkom, yaitu sebesar -28 dBm. Untuk perhitungan *rise time budget* didapatkan nilai tsystem *link downstream* sebesar 0,26011 ns dan nilai tsystem *link upstream* sebesar 0,26011 ns. Sehingga perhitungan kelayakan sistem untuk *rise time budget* pada *link downstream* dan *upstream* pada kedua skenario perancangan tersebut memenuhi kelayakan dengan pengkodean NRZ.

Kata Kunci : FTTH, GPON, *Power Link Budget, Rise Time Budget, BER*

Abstract

The increasing people needs for Internet, multimedia access and cable telephone communication, so we need a revolution in telecommunication technology. A technology to be the solution and can complete all the needs in the world of telecommunications is a technology of Fiber to the Home (FTTH). FTTH technology that use an optical fiber as a transmission media that is able to transmit data with a large bandwidth. PT.Telkom as a telecommunications service provider recommend access network Fiber To The Home to using Gigabit Passive Optical Network (GPON) technology to complete the needs of the service. GPON is one of the high-speed access technology which has the advantage of multiple services, and the availability of large bandwidth that support to triple play applications (voice, data, and video).

This final project is to design the access network Fiber To The Home (FTTH) using Gigabit Passive Optical Network (GPON) technology in Sukasari Indah Residence Baleendah. In doing design, made the determination device specifications, layout, and number of devices to be used. And to determine the feasibility of the system, will be calculated on the parameters of feasibility and performance of the system. Those parameters are Power Link Budget and Rise Time Budget for the feasibility of the system. The parameters manually counted and compared with the results of the simulation design using software Opti System which will also feature parameter Bit Error Rate (BER) for system performance.

The result of manual power link budget calculation is the total attenuation generated for the downstream link in the farthest ONT is 22,5172 dB and for upstream link is 7,7359 dB. The results of these calculations are still above the standards determined by ITU-T and PT. Telkom, which is equal to -28 dBm. For the calculation of rise time budget obtained tsystem link downstream value of 0.26011 ns and upstream link tsystem value of 0.26011 ns. So the system feasibility calculation for the rise time budget on the downstream and upstream links in both design scenarios meets the feasibility with NRZ coding.

Keyword : FTTH, GPON, Power Link Budget, Rise Time Budget, BER

1. Pendahuluan

Pertumbuhan penduduk yang semakin meningkat baik di area perkotaan maupun pedesaan memicu untuk dilakukannya peningkatan layanan pelanggan. Keterbatasan jaringan akses tembaga di anggap belum dapat menampung kapasitas *bandwidth* yang besar dan berkecepatan tinggi, sehingga untuk meningkatkan kualitas layanan tersebut digunakanlah *Fiber Optik* sebagai media transmisinya. Peningkatan kualitas layanan tersebut dilakukan dengan melakukan perombakan jaringan akses tembaga menjadi jaringan akses *fiber optik* sampai ke rumah-rumah pelanggan, yang disebut dengan teknologi *Fiber To The Home* (FTTH), yang mana dengan teknologi tersebut akan dapat menjangkau kawasan-kawasan padat penduduk. Untuk memenuhi kebutuhan bandwidth dan kapasitas di masa mendatang berdasarkan pertumbuhan penduduk tersebut, maka diperlukan perancangan jaringan berupa penentuan jalur dan jumlah perangkat yang akan digunakan dalam suatu jaringan akses tersebut, yang kemudian dianalisa kelayakan sistem berdasarkan perhitungan parameter *link budget*.

Proyek Akhir ini akan merancang jaringan *Fiber To The Home* dari sentral menuju pelanggan dengan menentukan pemakaian, penempatan, jarak dan spesifikasi perangkat. Setelah itu hasil perancangan *jaringan FTTH* tersebut didapatkan berdasarkan *PLB dan RTB*. Hasil dari perancangan menunjukan bahwa perancangan untuk Perumahan Sukasari Indah Baleendah.

2. Dasar Teori

2.1 Fiber Optik

Fiber Optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain. Sumber cahaya yang digunakan biasanya adalah dari *sinar laser atau LED*. Kabel ini berdiameter lebih kurang 120 mikrometer. Cahaya yang ada di dalam serat optik tidak keluar karena indeks bias dari kaca lebih besar daripada indeks bias dari udara, karena laser mempunyai spektrum yang sangat sempit. Kecepatan transmisi fiber optik sangat tinggi sehingga sangat bagus digunakan sebagai saluran komunikasi.

Perkembangan teknologi fiber optik saat ini, telah dapat menghasilkan pelemahan (*attenuation*) kurang dari 20 decibels (dB)/km. Dengan lebar jalur (*bandwidth*) yang besar, maka mampu dalam mentransmisikan data menjadi lebih banyak dan cepat dibandingan dengan penggunaan kabel konvensional. Dengan demikian fiber optik sangat cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi. cocok digunakan terutama dalam aplikasi sistem telekomunikasi.

Fiber optik menggunakan prinsip pemantulan sempurna dengan membuat kedua indeks bias dari *core dan cladding* berbeda, sehingga cahaya dapat memantul dan merambat didalamnya. Pada dasarnya cahaya dapat merambat lurus atau memantul di dalam *core serat optik*, pemantulan cahaya terjadi karena *indeks bias core* lebih besar dibandingkan *indeks bias cladding*. Struktur dasar fiber optic terdiri dari tiga bagian yaitu *core (inti), cladding (kulit), buffer (pelindung) dan jacket (mantel*). *Core dan cladding* biasanya terbuat dari kaca sedangkan buffer atau coating biasanya terbuat dari plastik agar fleksibel.

2.1.1 Bagian-Bagian Kabel Fiber Optik

Struktur dasar fiber optic terdiri dari tiga bagian yaitu *core (inti), cladding (kulit), buffer (pelindung) dan jacket (mantel). Core dan cladding* biasanya terbuat dari kaca sedangkan *buffer atau coating* biasanya terbuat dari plastik agar fleksibel.

2.2 Jenis-Jenis Fiber Optik

2.2.1 Single-mode Fiber

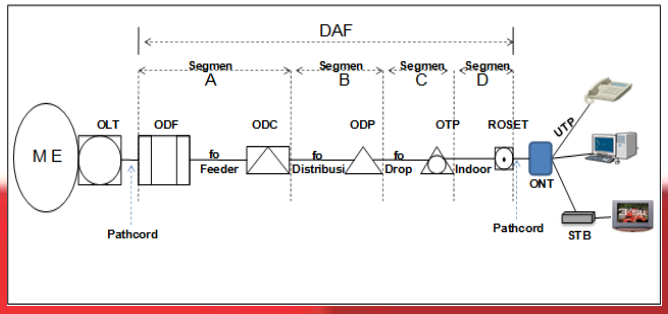
Single-mode Fiber mempunyai inti yang kecil (berdiameter 0.00035 inch atau 9 micron).

2.2.2 Multi-Mode Fiber

Multi-mode fiber mempunyai inti yang lebih besar (berdiameter 0.0025 inch atau 62.5 micron*).*

2.3 Konsep Perancangan Fiber To The Home (FTTH)

Teknologi FTTH merupakan sepenuhnya jaringan optik dari pusat penyedia ke pemakai, dan biasanya digunakan splitter 1:8, yaitu sinyal multiplex dibagi ke 8 rumah yang berbeda. Fiber to the Home (FTTH) merupakan suatu transmisi sinyal optik dari pusat penyedia (provider) ke kawasan pengguna dengan menggunakan fiber optik sebagai media penghantar. Biasanya jarak antara pusat layanan dengan pelanggan dapat mencapai jarak maksimal 20 kilometer, dimana pada bagian service provider yang berada di kantor utama atau Central Office (CO) terdapat perangkat yang bernama OLT. OLT kemudian dihubungkan ke ONU yang terletak di rumah-rumah pelanggan melalu jaringan distribusi fiber optik yang bernama Optical Distribution Network (ODN).



Gambar 1 Jaringan Fiber To The Home

Sinyal optik dengan panjang gelombang 1490 nm dari *downstream* dan sinyal optik dengan panjang gelombang 1310 nm dari *upstream* digunakan untuk mengirim data,suara, dan video digital. Sedangkan untuk layanan video kabel dikonversi dahulu ke format optik dengan panjang gelombang 1550 nm oleh *optical video transmitter*. SInyal optik 1550 nm dan 1490 nm digabungkan oleh *coupler* yang ditransmisikan ke pelanggan secara bersamaan. Jadi dalam FTTH terjadi pengiriman informasi yang berbeda dari tiga panjang gelombang secara simultan dan berbagi arah dalam satu kabel serat optik yang sama.

2.4 Perangkat Fiber To The Home

2.4.1 OLT (*Optical Line Termination)*

Optical Line Termination (OLT) adalah suatu perangkat aktif (Opto- Elektrik) yang berfungsi untuk mengubah sinyal elektrik menjadi sinyal optik, serta sebagai alat multipleks. OLT merupakan perangkat yang berfungsi sebagai titik akhir dari pusat penyedia layanan PON. OLT juga berfungsi untuk mengumpulkan dan men- switch fungsi antara jaringan kabel dengan interface PON serta untuk fungsi manajemen. Namun demikian, OLT memiliki 2 (dua) fungsi utama, yaitu untuk mengkonversi antara sinyal listrik yang digunakan oleh perangkat provider dengan sinyal fiber optic yang digunakan oleh jaringan PON, serta untuk proses multiplexing dengan perangkat pada ujung jaringan.

2.4.2 ODC (*Optical Distribution Cabinet*)

Optical Distribution Cabinet (ODC) merupakan suatu ruang yang berfungsi sebagai tempat untuk melakukan proses instalasi sambungan jaringan optik single mode. Ruangan tersebut berbentuk kotak/kubah (dome) yang terbuat dari bahan material khusus. Di dalam ODC terdapat beberapa perangkat seperti *connector, splicing, maupun splitter*. Connector digunakan sebagai penghubung kabel optik, Splice digunakan untuk menyambung kabel optik satu sama lain, sedangkan Splitter merupakan perangkat pasif yang dapat memisahkan daya optik dari satu input fiber ke beberapa output fiber. ODC berupa perangkat pasif yang diinstalasi di luar STO.

2.4.3 ODP (*Optical Distribution Point*)

Optical Distribution Point (ODP) merupakan tahap lanjut dari keluaran kabel distribusi dari arah ODC yang kemudian terhubung ke masing-masing ONU menggunakan kabel drop, atau dengan kata lain ODP digunakan untuk menghubungkan jaringan distribusi ke pelanggan. Kotak ODP merupakan komponen infrastruktur yang dibuat untuk jaringan GPON dengan topologi FTTH dan peletakan perangkat ODP juga dapat dilakukan di indoor maupun outdoor. ODP merupakan suatu perangkat pasif yang diinstalasi di luar STO. ODP dapat berfungsi sebagai titik terminasi ujung kabel distribusi dan titik awal kabel penanggal atau kabel drop, sebagai titik distribusi kabel distibusi menjadi beberapa saluran penanggal, sebagai tempat penyambungan, dan sebagai tempat pemasangan splitter.

2.4.4 ONT (*Optical Network Termination)*

Optical Network Unit disebut juga sebagai *Optical Network Terminal (ONT)*. Beberapa ONT diletakkan di beberapa lokasi dalam jaringan akses *broadband point to multipoint* antara CO dengan pelanggan. ONT adalah suatu perangkat aktif (opto elektrik) yang dipasang disisi pelanggan, dan berfungsi untuk mengubah sinyal optik menjadi sinyal elektrik serta digunakan sebagai alat demultipleks. Keluaran dari ONT merupakan layanan telepon, data dan internet, serta CATV/IPTV.

2.5 GPON (*Gigabit Passive Optical Network*)

GPON adalah salah salah satu teknologi akses dengan menggunakan fiber optic sebagai media transport ke pelanggan. Lebih umum disebut sebagai teknologi FTTx. Bisa berupa fiber to the home, fiber to the curb, ataupun fiber to the building. Dengan menggunakan fiber optik, operator telekomunikasi dapat memberikan layanan broadband ke pelanggan dengan jangkauan yang semakin luas dibanding teknologi *copper*. Perangkat GPON sepenuhnya kompatibel untuk IEEE802. GPON mempunyai fitur yang berintegrasi tinggi, aplikasi yang fleksibel, manajemen yang mudah, serta menyediakan fungsi standar QoS. Kecepatan jaringan serat dapat mencapai hingga 1.25GB / s dan masing masing *OLT Epon (Optical Line Terminal)* sistem dapat mendistribusikan ke 32 jarak jauh ONU (*Optical Network Unit*) untuk membangun jaringan fiber pasif oleh 32 splitter optik dengan keuntungan kapasitas besar transmisi data, keamanan yang tinggi, fleksibilitas jaringan penumpukan, terutama berlaku *untuk FTTH (Fiber To The Home)* proyek, yang dapat mengakses *ke telepon IP, data Broadband dan* IPTV

2.6 Layanan *Triple Play*

Layanan *triple play* adalah layanan voice, video dan internet melalui jaringan broadband. Jenis-Jenis layanan pada triple play yaitu IPTV, VoIP dan Data

2.7 Performansi Sistem

2.7.1 PLB (*Power Link Budget*)

Power Link budget digunakan untuk mengetahui redaman total yang diijinkan daya keluar pemancar dan *sensitivitas* penerima. Batasan redaman total tersbut diperhitungkan dari redaman konetor, sambungan, dan redaman dari serat itu sendiri sehingga dengan perhitungan redaman tersebut.

2.7.2 RTB (*Rise Time Budget*)

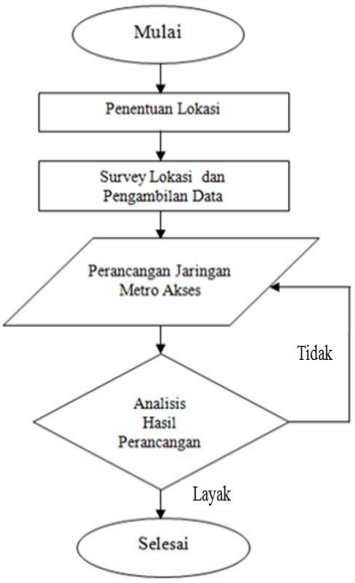
Rise Time Budget adalah metode untuk menentukan batasan *dispersi* suatu link *serat optic*. Metode ini sangat berguna untuk menganalisa sistem transmisi digital. Tujuan dari metode ini adalah untuk menganalisa apakah performansi jaringan secara keseluruhan telah tercapai dan mampu memenuhi kapasitas kanal yang diinginkan. Umumnya *degradasi total waktu transisi* dari link digital tidak melebihi 70 persen dari satu periode bit *NRZ (Non-return-to-zero)* atau 35 persen dari satu periode bit untuk data *RZ (return-to-zero).* Satu periode bit didefinisikan sebagai *resiprokal* dari data rate.

2.7.3 BER (*Bit Error Rate*)

BER atau *Bit Error Rate* merupakan sejumlah bit digital bernilai tinggi pada jaringan transmisi yang ditafsirkan sebagai keadaan rendah atau sebaliknya, kemudian dibagi dengan sejumlah bit yang diterima atau dikirim atau diproses selama beberapa periode yang telah ditetapkan. Atau jumlah bit yang diterima dari suatu aliran data melalui jalur komunikasi yang telah berubah karena gangguan *noise, interferensi, distorsi,* atau kesalahan sinkronisasi bit

3.1 Perancangan Jaringan FTTH

Pada bagian ini dilakukanlah beberapa tahapan dalam melakukan perancangan jaringan Fiber To The Home dengan menggunakan salah satu teknologi yaitu, *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* pada salah satu Perumahan Sukasari Indah Baleendah Kabupaten Bandung sebagai titik fokus dalam penelitian dan pengerjaan Proyek Akhir ini. Berikut adalah diagram alir tahapan Perancangan secara umum :



Gambar 2 Diagram Alir Perancangan Secara Umum

3.2 Penentuan Lokasi Perancangan

Lokasi Perancangan Jaringan Akses FTTH untuk pengerjaan Proyek Akhir ini adalah Perumahan Sukasari Indah terletak di Desa Langonsari Baleendah, Kabupaten Bandung Selatan Letak perumahan Sukasari Indah sangat strategis dan dapat diakses dengan mudah melewati jalan raya Baleendah menuju Banjaran. Lokasi tersebut dipilih karena berdasarkan permintaan pelanggan akan layanan akses yang harus direalisasikan. Hal ini juga didukung dengan teknologi GPON yang sudah ada di STO Telkom Banjaran. Kemudian hal lainnya yang penting untuk diperhatikan adalah daerah hunian di perumahan tersebut memungkinkan untuk diimplementasikan jaringan akses *Fiber To The Home* dengan menggunakan teknologi GPON.

3.3 Pengumpulan Data Perancangan

Perumahan Sukasari Indah merupakan perumahan lama. Dan berdasarkan site plan pada gambar 3.4, telah dibangun rumah dengan jumlah 159 rumah. Dengan luas tanah per unit rata-rata 70 m^2.

Untuk fasilitas umum yang tersedia di sekitar kawasan Perumahan Sukasari Indah adalah tempat ibadah yaitu Masjid, Sekolah Dasar, area GYM, Taman Kanak-kanak, Warnet, dan juga dekat dengan pabrik.

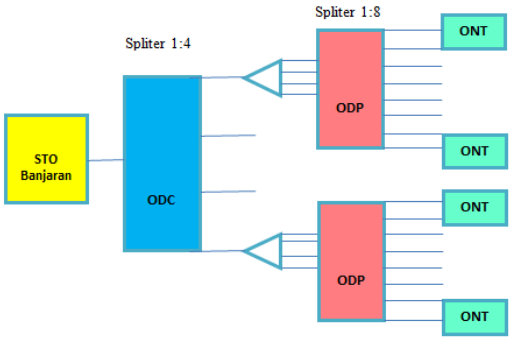
Pembagian perumahan ini berdasarkan Rukun Tetangga (RT), dimana terdapat 5 RT yaitu dari RT 1 hingga RT 5. Kebutuhan *homepass* yang harus dipenuhi di perumahan tersebut adalah 159 *Homepass*.

3.4 Perancangan Jaringan

Perancangan Jaringan Akses FTTH pada pengerjaan Proyek Akhir ini adalah dengan menggunakan teknologi *Gigabit Passive Optical Network (GPON)* untuk memenuhi permintaan pelanggan dengan kebutuhan demand yang telah diramalkan berdasarkan peramalan demand untuk lima tahun mendatang. Dilihat dari peramalan demand, teknologi GPON lebih dihandalkan dikarenakan kecepatan *bandwidth* nya bisa mencapai 2,5Gb/s untuk *downstream* dan 1,25Gb/s untuk *upstream.*

Dalam perancangan ini akan akan dirancang jaringan dari STO terdekat. Dan untuk wilayah Perumahan Suakasari Indah ini masuk dalam cakupan STO Banjaran. Dari STO ini akan dilakukan penarikan kabel hingga kerumah pelanggan yang akan didistribusikan menggunakan kabel *feeder* menuju ODC. Pada penarikan rute kabel di perancangan ini akan dipilih lokasi-lokasi yang baik dengan beberapa pertimbangan yang harus diperhatikan yaitu jarak ODC yang terdekat dari lokasi perancangan, dan menggunakan ODC yang kapasitasnya masih mencukup untuk daerah perancangan.

Setelah mendapatkan rute yang sesuai, dilanjutkan dengan penentuan kabel distribusi yang ditarik hingga ke sisi pelanggan. Maka akan didapatkan jumlah total pelanggan yang menentukan jumlah ONT yang akan dipasang. Jumlah ONT yang akan dipasang sesuai dengan jumlah homepass yang akan dipasang yaitu sebanyak 159 ONT. Arsitektur jaringan FTTH menggunakan teknologi GPON di Perumahan Sukasari Indah.



Gambar 3 Arsitektur Jaringan FTTH di Perumahan Sukasari Indah

3.5 Performansi Sistem

3.5.1 PLB (*Power Link Budget*)

Perhitungan *power link budget* pada perancangan ini dengan jarak terjauh yaitu 3,99 Km (3,36 Km STO ke ODC, 0.53 Km ODC ke ODP, 0,1 Km ODP ke ONT) dengan jalur dari STO Banjaran ke ODC-FDA-BJR lalu ke ODP-FDA-BJR dan sampai ke ONT terjauh.

Downstream

αtotal = L. αkabel + Patchchord+ *n*connector . αconnector + *n*splice. αsplice + αsplitter
= ((3,36 + 0,53 + 0,1) × 0,28) + 1 + (8 × 0,2) + (3 × 0,1) + (7,5 + 11,0)
= 22,5172 dB

Berdasarkan hasil perhitungan nilai redaman total, maka didapatkan nilai Prx dengan persamaan berikut ini :

Prx = Ptx − α total − *SM*
Prx = 5 − 22,5172 − 6
= −23,5172 dBm

Untuk menghitung nilai *power margin* menggunakan persamaan berikut ini :

Power Margin = (Ptx − Prx (sensitivitas) − α total − *SM*
Power Margin = (5 − (−29)) −22,5172 − 6
= 5,4828 dB

Upstream

αtotal = L. αkabel + *n*connector . αconnector + *n*splice. αsplice + αsplitter
= ((0,1+ 0,53 +3,36) × 0,35) + (8 × 0,2) + (3 × 0.11) + (1,47 + 1,969)
= 7,7359 dB

Berdasarkan hasil perhitungan nilai redaman total, maka didapatkan nilai Prx dengan persamaan berikut ini :

Prx = Ptx − α total − *SM*
Prx = 2 – 7,7359 − 6
= − 11,7359 dBm

Untuk menghitung nilai *power margin* menggunakan persamaan berikut ini:

Power Margin = (Ptx − Prx (sensitivitas) − α total − *SM*
Power Margin = (5 − (−29)) – 7,7359− 6
= 20,2641 dB

3.5.2 RTB (*Rise Time Budget*)

Perhitungan *rise time budget* untuk perancangan ini dilakukan pada ONT dengan jarak terjauh, 3,99 Km (3,36 Km STO ke ODC, 0.53 Km ODC ke ODP, 0,1 Km ODP ke ONT) dengan jalur dari STO Banjaran ke ODC-FDA-BJR lalu ke ODP-FDA-BJR Untuk bit rate sendiri pada *downstream* 2,488 Gbps dan untuk *upstream* 1,244 Gbps.

Downstream

Bit Rate downstream (Br) = 2,488 Gbps dengan format NRZ, sehingga:

tr = $\frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{2{,}488x10^9}$ = 0.2814 ns ; menggunakan pengkodean NRZ

tr = $\frac{0.35}{Br} = \frac{0.35}{2{,}488x10^9}$ = 0.1407 ns ; menggunakan pengkodean RZ

menentukan T:

$T_{material}$ = $\Delta\sigma\ x\ L\ x\ Dm$

= 1 nm x 3,99 Km x 0,018 ns/nm.Km = 0,07182 ns

$T_{intermodal}$ = 0, karena serat optik yang digunakan adalah *single mode.*

Sehingga perhitungan t_{system} untuk downstream adalah sebagai berikut:

t_{system} = $\sqrt{t_{tx^2} + t_{material^2} + t_{intermodal^2} + t_{rx^2}}$

= $\sqrt{(0{,}15)^2 + (0{,}07182)^2 + (0)^2 + (0{,}2)^2}$

= 0.26011 ns

Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil nilai sebesar 0,26011 ns. Dan nilai ini masih berada di atas waktu batasan yang bernilai 0,1407 ns untuk pengkodean RZ dan nilai ini juga berada dibawah waktu batasan yang bernilai 0,2814 untuk pengkodean NRZ.

Upstream

Bit Rate downstream (Br) = 1,244 Gbps dengan format NRZ, sehingga:

tr = $\frac{0.7}{Br} = \frac{0.7}{1{,}244x10^9}$ = 0.5627 ns ; menggunakan pengkodean NRZ

tr = $\frac{0.35}{Br} = \frac{0.35}{1{,}244x10^9}$ = 0.2814 ns ; menggunakan pengkodean RZ

menentukan T:

$T_{material}$ = $\Delta\sigma\ x\ L\ x\ Dm$

= 1 nm x 3,99 Km x 0,018 ns/nm.Km = 0,0018 ns

$T_{intermodal}$ = 0, karena serat optik yang digunakan adalah *single mode.*

Sehingga perhitungan t_{system} untuk downstream adalah sebagai berikut:

t_{system} = $\sqrt{t_{tx^2} + t_{material^2} + t_{intermodal^2} + t_{rx^2}}$

= $\sqrt{(0{,}15)^2 + (0{,}07182)^2 + (0)^2 + (0{,}2)^2}$

= 0,26011 ns

Dari hasil perhitungan di atas, didapatkan hasil nilai sebesar 0,26011 ns. Nilai ini berada di bawah waktu batasan yang bernilai 0.1407 ns untuk pengkodean NRZ dan 0,2814 ns untuk pengkodean RZ.

4.1 Hasil Dan Analisis Perancangan

4.1.1 Hasil Kebutuhan Bandwith

Penentuan jumlah dan jenis perangkat yang digunakan pada Perancangan Jaringan FTTH pada Perumahan Sukasari Indah Baleendah, Kab. Bandung ini dipengaruhi oleh alokasi *bandwidth* yang telah diperhitungkan. Dalam perhitungan kebutuhan *bandwidth* ini, data yang diperlukan adalah jumlah *homepass* dan jenis layanan yang dibutuhkan oleh pelanggan yaitu layanan data, layanan suara, dan layanan video atau *triple play*.

Besar bandwidth yang dibutuhkan oleh masing-masing dari layanan tersebut adalah :

Tabel 1 Jenis Layanan dan Kebutuhan Bandwith

Jenis Layanan	Besar Bandwith
Telpon	128 Kbps
Data	10 Mbps
VoIP	16 Mbps

Sehingga total *bandwidth* yang diperlukan dalam perancangan ini jika semua pelanggan menggunakan layanan *triple play* adalah sebesar

Total Kebutuhan *Bandwidth* = jumlah *homepass* × (0,128 + 10 + 16)

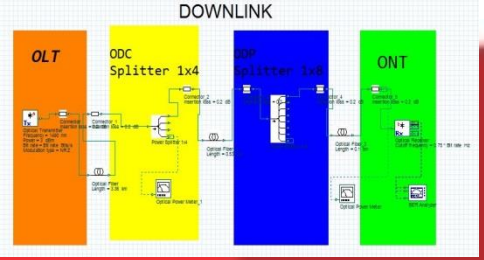
= 159 × (0,128 +10 + 16)

= 4,155 Gbps

4.2 Performansi Sistemn Menggunakan Aplikasi *OptiSystem*

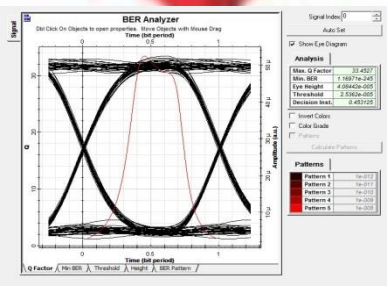
Pada simulasi perancangan ini pada *software OptySystem* menggunakan daya pancar transmitter link downstream sebesar 3 dBm. Daya yang menjadi acuan daya OLT adalah daya yang telah keluar dari *transmitter*. Sedangkan serat optik diberikan redaman sebesar 0,28 dB untuk *downstream* dan 0,35 dB untuk *upstream* pada masing-masing jenis serat optik G.652 D dan G.657. Jumlah konektor yang digunakan adalah sebanyak 8 buah dan diberikan redaman sebesar 0.2 dB, sehingga total redaman dari konektor dengan jumlah8 buah adalah 1,6 dB. Pada perancangan ini mengggunakan

passive splitter 1:4 yang diberikan redaman sebesar 7,5 dB dan *passive splitter* 1:8 yang diberikan redaman 11,0 dB. Dan untuk bagian *receiver* menggunakan fotodetektor jenis APD. Berikut tampilan simulasi perancangan *link downstream*



Gambar 4 Simulasi Perancangan *DownLink* Terjauh untuk *Downstream*

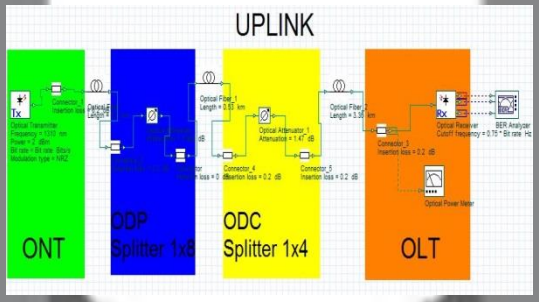
Berdasarkan hasil simulasi perancangan diatas, didapatkan nilai BER pada *link* terjauh untuk sisi *downstream* adalah sebesar 1,16971 × 10^{-245}. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal untuk transmisi yaitu sebesar 10^{-9}. Bentuk lain untuk membuktikan bahwa simulasi ini memiliki performansi yang baik adalah dengan ditunjukkan bentuk diagram mata. Diagram Mata tersebut menunjukkan perbedaan yang jelas antara informasi bit "1" dan bit "0". Oleh karena itu, performansi system pada perancangan ini dinyatakan baik. Diagram mata untuk *link downstream.*



Gambar 5 Diagram Mata *Link Downstream*

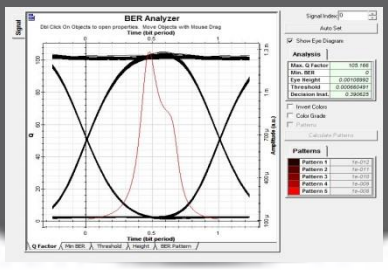
Selanjutnya akan dilakukan simulasi perancangan *link upstream*, daya pancar yang diberikan pada transmitter (ONT) merupakan daya pancar perangkat sebesar 2 dBm. Dan yang menjadi acuan daya dari ONT adalah daya yang sudah keluar dari *transmitter.*

Pada simulasi ini ONT yang menjadi *transmitter link upstream* adalah ONT terjauh yaitu ONT yang dicover oleh ODP-FDA-BJR-1-8. Karena dilihat dari sisi pelanggan. Berikut tampilan simulasi perancangan *link upstream.*



Gambar 6 Simulasi Perancangan Skenario *UpLink* Terjauh untuk *Upstream*

Berdasarkan hasil simulasi perancangan skenario 1 diatas, didapatkan nilai BER pada *link* terjauh untuk sisi *upstream* adalah sebesar 0. Nilai tersebut lebih kecil dari nilai BER ideal untuk transmisi yaitu sebesar 10^{-9}. Bentuk lain untuk membuktikan bahwa simulasi ini memiliki performansi yang baik adalah dengan ditunjukkan bentuk diagram mata. Diagram Mata tersebut menunjukkan perbedaan yang jelas antara informasi bit "1" dan bit "0". Oleh karena itu, performansi system pada perancangan ini dinyatakan baik. Diagram mata untuk *link upstream.*

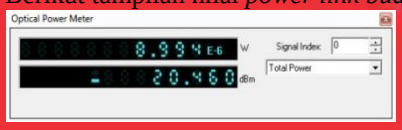


Gambar 7 Diagram Mata *Link Upstream*

4.3 Analisis Perancangan Sistem

Dilihat berdasarkan perhitungan manual dan perhitungan dari *Opti System*, tidak memiliki perbedaan yang signifikan. Hasil perhitungan manual untuk *power link budget* pada perancangan ini di jarak ONT terjauh memiliki redaman terbesar adalah senilai

– 23,5172 dBm untuk *downstream* dan – 11,7359 dBm untuk *upstream*. Sedangkan untuk perhitungan *power link budget* dengan menggunakan *software Opti System* adalah sebesar – 20,460 dBm untuk *downstream* dan – 6,432 dBm untuk sisi *upstream*. Berikut tampilan nilai *power link budget*.



(a) (b)

Gambar 4.7 Nilai *power link budget* pada *Opti System* (a) *Downstream* (b)*Upstream*

3. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Pada semua terst yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa setiap pop yang mewakili sejumlah kantor dinas harus memiliki vlan yang sama agar dapat menghubungkan POP satu dengan yang lain, dengan melakukan konfigurasi vlan pada switch yang terletak pada POP. Dari jalannya jaringan metro Ethernet ini dapat menetapkan Provinsi Jawa Barat sebagai *smart province.*
2. Perhitungan total loss redaman menggunakan standart ITU-T (0.28 db) untuk serat kabel G652D pada POP sedangkan serat kabel G655D untuk *client.*
3. Total loss yang terjadi antar POP :POP Jatel – POP Diskominfo dengan jarak 5.28 Km memiliki redaman sebesar 1.7216 db, POP Diskominfo – POP Jasa Wisata dengan jarak 3.63 Km memiliki redaman sebesar 2.3836 db, POP Jasa Wisata – POP Jasa Sarana dengan jarak 7.15 Km memiliki redaman sebesar 0.998 db, POP Jasa Sarana – POP Setda dengan jarak 2.97 Km memiliki redaman sebesar 2.6684 db, POP Setda – POP Bapusipda dengan jarak 9.46 Km memiliki redaman sebesar 1.0512 db, dan POP Bappusipda – POP Jatel dengan jarak 8.25 Km memiliki redaman sebesar 0.59 Km. Sehingga jaringan ini dikatakan layak dikarenakan total loss yang dihasilkan dari setiap POP memiliki nilai > 0 dB.
4. Total loss yang terjadi antar POP dan Kantor Dinas : POP Jatel – Dinas Perhubungan –Dinas Pariwisata dan Kebudayaan dengan jarak 1.089 Km memiliki redaman sebesar 3.29508 dB, POP Diskominfo –Dinas Pendidikan – Dinas Kesehatan dengan jarak 4.356 Km memiliki redaman sebesar 2.08032 dB, POP Jasa Wisata –Dinas Pengolahan Sumber Daya Air – Dinas Kelautan dan Perikanan dengan jarak 2.057 Km memiliki redaman sebesar 2.92404 dB, POP Jasa Sarana –Bappeda – Dinas Peternakan dengan jarak 2.1175 Km Memiliki redaman sebesar 2.9071 dB, POP Setda – Badan Kepegawaian Daerah – Seketariat DPRD dengan jarak 1.9965 Km memiliki redaman sebesar 3.04098 dB, POP Bapusipda – Dinas Tenaga Kerja dan Transmigrasi – Dinas Perindustrian dan Perdagangan dengan jarak 10.45 Km memiliki redaman sebesar 0.746 dB. Sehingga jaringan ini dikatakan layak dikarenakan total loss yang dihasilkan dari setiap POP memiliki nilai > 0 dB.
5. Hasil pengukuran nilai dari rata – rata kecepatan *ping latency* pada pop ialah < 4.33 ms.
6. Hasil pengukuran nilai dari rata – rata kecepatan *ping latency* pada kantor dinas/*client*ialah < 3.725 ms sedangkan untuk *traffic bandwidth* >168.75 kbps.

Daftar Pustaka:

[1] Betaria, Purna. "*Desain Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) di Area Saturan Raya, Babarsari,Yogyakarta Menggunakan Aplikasi Google earth"*. STT Telematika Telkom, Purwokerto, 2014.
[2] Fitriyani, Atika. "*Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Perumahan Nataendah Kopo*". Universitas Telkom, Bandung, 2015.
[3] ITU-T Recommendation G.652. "*Characteristics of a single mode optical fibre and cable*", 2009.
[4] ITU-T Recommendation G.657. "*Characteristics of a bending loss insensitive single mode optical fibre and cable for the access network"*, 2009.
[5] ITU-T Recommendation G.984.1. "*Gigabit-capable Passive Optical Networks (GPON): General Characteristics*", 2003.
[6] Laboratorium Sistem Komunikasi Optik. *"*Modul *Drafter Training"*, Telkom University, Bandung 2013.
[7] Margareth¸ Grace. "*Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Giga Bit Passive Optical Network (GPON) Citylight Residence"*. Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2014.
[8] OptiWave. "*Opti System: Optical Communication System and Amplifier Design Software*", 2009

[9] Pattinasarani, Petronella. "*Perancangan Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Google Earth Berdasarkan Survey Micro Demand Di Wilayah Laksda Adisucipto Babarsari Yogyakarta".* STT Telematika Telkom, Purwokerto, 2014.

[10] Prastiwi, Ignatia G. D. "*Perancangan Jaringan Akses Fiber To The Home (FTTH) Dengan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) DI Private Village, Cikoneng".* Universitas Telkom, 2015.

[11] Ramadhan, Muhammad. "*Perancangan Akses Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Teknologi Gigabit Passive Optical Network (GPON) Di Perumahan Setraduta Bandung".* Institut Teknologi Telkom, Bandung, 2013.

[12] Sari, Okta Mia. " *Perancangan dan Simulasi Jaringan Fiber To The Home (FTTH) Menggunakan Gigabit Passive Optical Network (GPON) Huawei Dengan Fiber Termination Management (FTM) Untuk Perumahan Pesona Ciwastra Village Bandung".* Universitas Telkom, 2015.